

【特許請求の範囲】

【請求項1】 プラント（A）の運転状態を示す運転支援映像を映像表示手段（6）に表示してプラントの運転を監視する運転員を支援するプラント運転監視支援装置であって、

プラントを仮想的に3次元表示するVR（バーチャル・リアリティ）映像内に該VR映像に関連するITVカメラのITV映像を合成した運転支援映像を表示することを特徴とするプラント運転監視支援装置。

【請求項2】 VR映像の変化に応じてITV映像を切り替えることを特徴とする請求項1記載のプラント運転監視支援装置。

【請求項3】 運転支援映像の内容を音響報知する音響報知手段（4j, 7）を具備することを特徴とする請求項1または2記載のプラント運転監視支援装置。

【請求項4】 現在のプラントの運転状態を過去のプラントの運転事例に基づいて推論するインタフェースエージェント（1）の推論結果に基づいて運転支援映像を表示することを特徴とする請求項1～3いずれかに記載のプラント運転監視支援装置。

【請求項5】 インタフェースエージェントによって音声認識された運転員の音声指示に基づいて運転支援映像を切り替えることを特徴とする請求項4記載のプラント運転監視支援装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、プラントの運転状態を把握して運転員の監視業務を支援するプラント運転監視支援装置に関する。

【0002】

【従来の技術】プラントの運転監視に係わる従来のヒューマンインタフェースは、以下のようなものである。すなわち、運転員の操作入力、ディスプレイ上のタッチパネルやマウス等を操作することによって行われ、運転員に対するプラントの運転状態情報の提示は、CRTディスプレイに各種プロセス値を数値あるいはグラフィックスとして表示することによって行われている。

【0003】例えば、運転状態情報は、プラントを構成する各種機器の接続系統を2次元グラフィックス画面としてCRTディスプレイ上に表示し、かつ、この2次元グラフィックス画面上の各機器のプロセス値を数値表示することによって運転員に提示されている。従来では、このような2次元グラフィックス画面が用途毎に多数設けられており、運転員は、2次元グラフィックス画面を自ら選択することによってプラントの運転状態を把握する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】このような従来技術では、CRTディスプレイ上に2次元的にプラントの運転状態が表示されるので、運転員は直感的にプラントの運

転状態を把握することが困難である。また、プラントを構成する多数の機器について、2次元グラフィックス画面を選択することによって各機器の運転状態を把握しなければならないため、プラントの運転状態を把握するための操作が煩雑である。プラントの規模が大型化すると、それを構成する機器数も増大するので、大規模プラントでは、特に運転員の負荷は大きなものとなる。

【0005】また、CRTディスプレイ上の各種プロセス値の数値表示や2次元グラフィックス表示に基づいてプラントの運転状態を判断する必要があるので、プラントの構成やプロセスに対する知識及びプラントの運転監視についての経験が要求される。また、プラントを運転操作するためには、多数の機器について操作方法を取得する必要があるので、熟練を要する。したがって、従来では、運転員を養成するための専門の設備（プラント運転訓練シミュレータ）や教育カリキュラムを用意する必要があった。

【0006】なお、このような従来のプラントの運転監視に係わる既存のヒューマンインタフェースに対して、本出願人は、特願平9-202002号、特願平9-231581号あるいは特願平10-263609号において、AI手法に基づく事例ベース推論技術を応用したインタフェースエージェントを提案している。この「インタフェースエージェントは、事例ベース推論の手法を用いることにより、現在のプラントの運転状態に類似する過去の運転事例を検出し、この過去の運転事例に基づいて現在のプラントの運転状態を類推判断して、プラント運転支援用の音声メッセージを運転員に提供するものである。

【0007】本発明は、上述する問題点に鑑みてなされたもので、以下の点を目的とするものである。

（1）運転員の負荷をさらに低減する。

（2）運転員の養成を容易にする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明では、プラント運転監視支援装置に係わる第1の手段として、プラントの運転状態を示す運転支援映像を映像表示手段に表示してプラントの運転を監視する運転員を支援するプラント運転監視支援装置において、プラントを仮想的に3次元表示するVR（バーチャル・リアリティ）映像内に該VR映像に関連するITVカメラのITV映像を合成した運転支援映像を表示するという手段を採用する。

【0009】また、プラント運転監視支援装置に係わる第2の手段として、上記第1の手段において、VR映像の変化に応じてITV映像を切り替えるという手段を採用する。

【0010】プラント運転監視支援装置に係わる第3の手段として、上記第1または第2の手段において、運転支援映像の内容を音響報知する音響報知手段を具備する

という手段を採用する。

【0011】プラント運転監視支援装置に係わる第4の手段として、上記第1～第3いずれかの手段において、現在のプラントの運転状態を過去のプラントの運転事例に基づいて推論するインタフェースエージェントの推論結果に基づいて運転支援映像を表示するという手段を採用する。

【0012】プラント運転監視支援装置に係わる第5の手段として、上記第4の手段において、インタフェースエージェントによって音声認識された運転員の音声指示に基づいて運転支援映像を切り替えるという手段を採用する。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係わるプラント運転監視支援装置の一実施形態について説明する。なお、本実施形態は、上述したインタフェースエージェントをリンクさせて構成したものである。

【0014】図1は、本実施形態におけるプラント運転監視支援装置の全体構成図である。この図において、符号Aは監視対象であるプラント、1はインタフェースエージェント、2、7はスピーカ、3はマイク、4はバーチャルプラント表示システム（プラント運転監視支援装置）、5は入力装置（例えば、マウスやキーボード等）、6はCRTディスプレイ（映像表示手段）である。

【0015】インタフェースエージェント1は、マイク3を介してプラントAの運転員から入力された音声指示を音声認識してバーチャルプラント表示システム4に出力すると共に、プラントAから取得され、かつプラントAの運転状態を示す各種データ（プラントデータ）に基づく事例ベース推論によってプラントAの運転状態を推論し、この推論結果に応じて、運転員を支援する各種の音声メッセージをスピーカ2に出力するものである。

【0016】バーチャルプラント表示システム4は、上記インタフェースエージェント1による事例ベース推論の結果、プラントAに複数備えられたITVカメラ（工業用監視カメラ）の映像（ITV映像）、及び上記入力装置5の操作指示に基づいて運転員を支援する各種映像（運転支援映像）を合成してCRTディスプレイ6に出力するものである。

【0017】このバーチャルプラント表示システム4は、インタフェースエージェント1による事例ベース推論の結果に基づいて生成したVR（バーチャル・リアリティ）映像と文字メッセージ、及びプラントAから得られたITV映像を組み合わせることにより、各種の運転支援映像を合成する。また、バーチャルプラント表示システム4は、VR映像のリアリティをより向上させるために、VR映像に関連する音響を生成してスピーカ7に出力する。なお、入力装置5は、VR映像の操作指示及びプラントAに対する特定の操作指示を入力するための

ものである。

【0018】図2は、上記インタフェースエージェント1の機能構成を示すブロック図である。この図に示するように、インタフェースエージェント1は、言語変換システム1a、推論エンジン1b、照合ルール1c、事例メモリ1d、データ収集部1e及び通信部1f等から構成されている。

【0019】言語変換システム1aは、運転員によってマイク3に入力された音声指示を音声認識することによりコンピュータに読取可能な音声データに変換して推論エンジン1bに出力すると共に、該推論エンジン1bから入力された音声データを運転員が認識可能な音声メッセージに音声合成してスピーカ2に出力するものである。

【0020】さらに詳説すると、この言語変換システム1aは、運転員が発した音声指示から特定のキーワードを抽出して認識するキーワードスポッティング音声認識、及び過去に入力された運転員の音声指示を音声事例データ（過去音声事例データ）として記憶し、この過去音声事例データをいま入力された音声指示（現在音声事例データ）と比較推論することにより、音声指示を認識する事例ベース推論音声認識を組み合わせた音声認識を行うものである。

【0021】データ収集部1eは、所定のサンプリング時間毎にプラントAを構成する各種機器の計測データ及び運転員のプラントAに対する操作指示（操作指示データ）をプラントAから収集し、これらをプラントデータとして推論エンジン1bに出力するものである。このプラントデータは、サンプリング時間における計測データとそのときの操作指示データとで構成されるもので、サンプリング時間におけるプラントAの運転状態を示す情報である。

【0022】推論エンジン1bは、上記プラントデータを現在の運転状態を示す運転事例データ（現在運転事例データ）として事例メモリ1dに順次記憶させると共に、照合ルール1cに基づいて上記現在運転事例データに類似する過去の運転事例データ（過去運転事例データ）を事例メモリ1dから検索することにより、プラントの現在の運転状態を推論・判断するものである。

【0023】事例メモリ1dは、上記推論エンジン1bから順次入力される現在運転事例データを過去運転事例データ（時間の経過とともに過去のデータとなる）として順次蓄積するものである。照合ルール1cは、事例ベース推論の手法に基づいた現在運転事例データと過去運転事例データとの照合手順、つまり現在運転事例データに類似する過去運転事例データの検索手順を規定するものである。

【0024】上記推論エンジン1bは、この照合ルール1cに基づく事例ベース推論により、プラントAの現在の運転状態を判断する。なお、推論エンジン1bによる

現在運転事例データの生成方法の詳細及び過去運転事例データの検索の詳細については、上述した各出願に記載されている。

【0025】通信部1fは、推論エンジン1bと上記バーチャルプラント表示システム4との通信を仲介するものであり、例えば推論エンジン1bの推論結果及び言語変換システム1aの音声認識結果をコマンドとしてバーチャルプラント表示システム4に出力する。

【0026】また、本実施形態では、プラントAに対する特定の操作指示をインタフェースエージェント1を介してバーチャルプラント表示システム4から入力できるように構成されている。通信部1fは、この操作指示をバーチャルプラント表示システム4から受信すると推論エンジン1bに出力する。そして、この操作指示は、推論エンジン1b及びデータ収集部1eを介してプラントAに入力されるようになっている。

【0027】続いて、図3は、上記バーチャルプラント表示システム4の機能構成を示すブロック図である。この図に示すように、バーチャルプラント表示システム4は、メイン制御部4a、通信部4b、VR制御部4c、ITV表示部4d、メッセージ表示部4e、映像合成部4f、VR表示部4g、3次元仮想プラントデータベース4h、直接操作部4i、音響発生部4j及びITV合成部4k等から構成されている。なお、音響発生部4jは、上記スピーカ7と共に音響報知手段を構成するものである。

【0028】メイン制御部4aは、通信部4bを介してインタフェースエージェント1から入力される各種コマンド及び直接操作部4iを介して入力装置5から入力される操作指示に基づいて、通信部4b、VR制御部4c、ITV表示部4d、メッセージ表示部4e及び映像合成部4fの各動作を統括的に制御するものである。

【0029】通信部4bは、メイン制御部4aによる制御の下にインタフェースエージェント1との通信を仲介するものであり、上記各種コマンドをインタフェースエージェント1から受信するとメイン制御部4aに出力し、メイン制御部4aから入力装置5の操作指示が入力されるとインタフェースエージェント1に出力する。

【0030】直接操作部4iは、上記入力装置5の操作指示を受け付けてVR制御部4cに出力するものである。VR制御部4cは、VR表示部4gによるVR映像の生成を制御するものである。このVR制御部4cは、上記メイン制御部4aから入力される制御情報及び直接操作部4iから入力される入力装置5の操作指示に基づいてCRTディスプレイ6に表示すべきVR映像の変更指示をVR表示部4gに出力する。

【0031】また、VR制御部4cは、音響発生部4jによるスピーカ7への音響（VR映像に関連する音響）の出力をも制御する。音響発生部4jは、VR映像に関連する音響として、例えばVR映像中に表示された機器

の運転音あるいはVR映像が切り替わったことを運転員に知らせる音声メッセージ等をスピーカ7に出力するものである。

【0032】ITV表示部4dは、メイン制御部4aによる制御の下に、複数のITVカメラの映像から何れかを選択して映像合成部4f及びITV合成部4kに出力するものである。ITVカメラは、プラントAの要所に複数備えられ、プラントAを構成する各種機器の動作状態を常時撮影している。メッセージ表示部4eは、メイン制御部4aから入力されるメッセージ情報（例えばテキストデータ）を映像情報に変換して映像合成部4fに出力するものである。

【0033】3次元仮想プラントデータベース4hは、プラントAの構成機器の形状を示すVR映像用の各種3次元画像データを蓄積するデータベースである。本実施形態におけるVR映像は、例えば運転員がプラントA内の各種機器の状態を確認しながら移動する状態を仮想空間として3次元表示するウォークスルー映像である。

【0034】このようなウォークスルー映像は、プラントAの仮想空間における運転員の位置変化に準じて3次元画像が変化するものである。したがって、ウォークスルー映像は、3次元仮想空間上の運転員の位置や視点に応じて連続的に変化する3次元画像である。3次元仮想プラントデータベース4hには、このようなウォークスルー映像の生成に必要なプラントAの構成機器の形状に関する3次元画像データが蓄積されている。

【0035】VR表示部4gは、3次元仮想プラントデータベース4hから3次元画像データを読み込み、VR制御部4cから入力されるVR映像の変更指示に基づいてVR映像を生成して映像合成部4fに出力するものである。また、VR表示部4gは、内部にITV融合部4kを備えている。このITV融合部4kは、VR映像の一部分に上記ITV映像をフレーム毎にテクスチャマッピング（動的テクスチャマッピング）して映像合成部4fに出力するものである。

【0036】本バーチャルプラント表示システム4は、上記ウォークスルー映像の他に、プラントAを構成する各種機器の運転状態を個別に表示する各種VR映像をCRTディスプレイ6に選択的に表示するように構成されている。VR表示部4gは、3次元仮想プラントデータベース4hに蓄積された3次元画像データに基づいて、これら各種VR映像を生成する。

【0037】映像合成部4fは、上記メイン制御部4aによる制御の下に、ITV表示部4d、メッセージ表示部4e及びVR表示部4gから入力された各種映像を合成してCRTディスプレイ6に出力するものである。

【0038】次に、このように構成されたプラント運転監視支援装置の動作について詳しく説明する。なお、インタフェースエージェント1の動作については、上述した各出願に詳細が記載されているので、以下では概要を

説明する。

【0039】まず、通常連続運転されるプラントAに対して、インタフェースエージェント1のデータ収集部1eは、所定間隔のサンプル時間毎にプラントデータを取得して推論エンジン1bに出力する。推論エンジン1bは、このようにデータ収集部1eから定期的に入力されるプラントデータを、既に事例メモリ1dに蓄積した過去運転事例データとの類似度を示す距離空間にマッピングした後、現在運転事例データとして事例メモリ1dに順次出力する。この結果、事例メモリ1dには、プラントAの運転経過に従って現在運転事例データが過去のプラントAの運転状態を示す過去運転事例データとして順次蓄積されることになる。

【0040】推論エンジン1bは、このような事例メモリ1dへの現在運転事例データの蓄積と共に、照合ルール1cに基づいて事例メモリ1dを検索することにより、現在運転事例データに類似する過去運転事例データが存在するか否かを検索する。例えば、過去の一定時間幅に亘る1または複数の過去運転事例データと現在運転事例データの全ての組み合わせについて、現在運転事例データと各々の過去運転事例データの相互の距離がそれぞれ算出され、その距離が最も小さい過去運転事例データが現在運転事例データに最も類似した類似運転事例データとして検出される。

【0041】このようにして類似運転事例データが検出されると、推論エンジン1bは、当該類似運転事例データに基づいてプラントAの現在の運転状態を推論し、その推論結果に基づいてプラントAの運転状態を示すメッセージデータを生成する。例えば、類似運転事例データが過去においてプラントAを構成するある機器の異常時のものである場合には、現在運転事例データはプラントAの異常状態を示していることになるので、推論エンジン1bは、この旨を運転員に知らせるメッセージデータを生成する。

【0042】言語変換システム1aは、このメッセージデータに基づいて音声メッセージを音声合成し、スピーカ2に出力する。この結果、運転員は、音声メッセージによってプラントAの運転状態が異常状態にあることを認識し、必要な処置を取ることができる。

【0043】一方、上記推論エンジン1bによるプラントAの運転状態の推論結果及び言語変換システム1aにおける運転員の音声指示の認識結果は、バーチャルプラント表示システム4に対するコマンドとして、インタフェースエージェント1からバーチャルプラント表示システム4に送信される。推論エンジン1bが通信部1fを介して上記コマンドをバーチャルプラント表示システム4に送信させると、このコマンドは、バーチャルプラント表示システム4の通信部4bを介してメイン制御部4aに入力される。

【0044】続いて、上記バーチャルプラント表示シ

テム4の詳細動作について、図4に示すフローチャートを参照して説明する。

【0045】まず、バーチャルプラント表示システム4が起動すると、メイン制御部4aは、3次元仮想プラントデータベース4hに蓄積されている全てのVR映像用3次元画像データをVR表示部4g内のメモリに読み込ませる(ステップS1)。これによって、VR表示部4gによるVR映像の生成を高速化することが可能であり、運転員によるVR映像の変更指示に対して速やかに応答するVR映像を実現することができる。

【0046】このようなVR映像用3次元画像のメモリへの読み込みが完了すると、メイン制御部4aは、通信部4bにインタフェースエージェント1との通信接続を確立させる(ステップS2)。通信部4bは、メイン制御部4aの指示に従って、インタフェースエージェント1の通信部1fとの間で通信接続を確立する。これ以降、メイン制御部4a、つまり本バーチャルプラント表示システム4は、上記コマンドが通信部4bを介してインタフェースエージェント1から入力されるか、あるいは入力装置5から操作イベントの入力があるまで待機状態となる。

【0047】ここで、インタフェースエージェント1から通信部4bにコマンドが入力されると(ステップS3)、メイン制御部4aは、このコマンドの内容を解析する(ステップS4)。そして、この解析結果つまりコマンドの種類に応じて上記通信部4b、VR制御部4c、ITV表示部4d、メッセージ表示部4e及び映像合成部4fの各動作を制御することにより、CRTディスプレイ6に各種運転支援映像を表示させる(ステップS5)。

【0048】例えば、コマンドが推論エンジン1bの推論結果に基づく特定機器の異常を示すものであった場合、メイン制御部4aは、ステップS5において、当該機器の異常を知らせるテキストデータをメッセージ表示部4eに出力する。この結果、メッセージ表示部4eは、テキストデータに基づいて文字メッセージ画像を生成し、映像合成部4fを介してCRTディスプレイ6上に表示させる。このとき、映像合成部4fは、メイン制御部4aから入力された位置指定情報に基づいてCRTディスプレイ6上における表示メッセージの位置を設定する。

【0049】また、上記と同様にしてコマンドが特定機器の異常を示すものであった場合、メイン制御部4aは、当該異常機器のITV映像を選択表示させる指示をITV表示部4dに出力する。この結果、ITV表示部4dは、当該異常機器のITV映像を映像合成部4fを介してCRTディスプレイ6上に表示させる。

【0050】さらに、メイン制御部4aは、VR制御部4cを介してVR表示部4gに当該異常機器のVR映像の生成出力を指示する。この結果、VR表示部4gは、

当該異常機器のVR映像を3次元仮想プラントデータベース4hから先に読み込んだ3次元画像データに基づいて生成し、映像合成部4fを介してCRTディスプレイ6上に表示させる。この異常機器のVR映像は、当該異常機器の異常状態を3次元シミュレーションしたVR映像である。

【0051】ここで、本実施形態のVR表示部4gは、VR映像をCRTディスプレイ6上に表示する際、ITV合成部4kを用いてITV表示部4dから入力された当該異常機器のITV映像をVR映像内に合成する。すなわち、ITV合成部4kは、3次元映像であるVR映像内の特定面にITV映像をフレーム毎にテクスチャマッピング（動的テクスチャマッピング）することにより、VR映像内にITV映像を合成する。

【0052】より具体的には、例えば異常機器が「圧縮機」であった場合、VR映像上で仮想的に3次元表示される圧縮機の特定面上に、当該圧縮機の実際の動作状況を示すITV映像が表示される。この圧縮機のITV映像は、フレーム単位で圧縮機の側面に動的テクスチャマッピングされるので、通常のITV映像と同様にフレーム単位で変化する動画となる。

【0053】図5は、このようなVR映像による運転支援映像を示す模式図である。この図に示すように、ITV映像は、動的テクスチャマッピングによってVR映像中に3次元表示される機器の特定面上に動画表示される。ここで、運転員は、入力装置5を操作することによって機器に対する位置や視点を変更することができるが、ITV映像は特定面上に動的テクスチャマッピングされるので、運転員が特定面を正面にして対峙（正対）した場合に、ITV映像を最も良好に視認することができる。

【0054】このように、仮想的な圧縮機のVR映像内に圧縮機の実際の動作状況を示すITV映像を動的テクスチャマッピングして表示することにより、仮想的なVR映像に対する運転員の過度の没入感を抑制することができると共に、プラントAの運転状態をより容易かつ正確に把握することができる。

【0055】なお、上記コマンドが言語変換システム1aによって音声認識された運転支援映像の変更指示であった場合、メイン制御部4aは、ステップS5において、CRTディスプレイ6上に変更指示に応じた運転支援映像を表示させる。例えば、特定機器の状態を確認したい旨のコマンドが入力されると、メイン制御部4aは、当該機器のITV映像を選択表示させる指示をITV表示部4dに出力して、当該機器のITV映像をCRTディスプレイ6上に表示させる。また、メイン制御部4aは、VR制御部4cを介してVR表示部4gを制御することにより、当該機器のVR映像をCRTディスプレイ6上に表示させる。

【0056】一方、ステップS6において、VR映像の

変更指示に係わる操作イベントが入力装置5から直接操作部4iに入力されると、該操作イベントは、直接操作部4iからVR制御部4cを介してメイン制御部4aに入力される。メイン制御部4aは、この操作イベントを解析し（ステップS7）、その解析結果つまり操作イベントの種類に応じたVR映像の表示をVR制御部4cに指示する（ステップS8）。

【0057】VR制御部4cは、メイン制御部4aの指示に従ったVR映像をVR表示部4gに生成させると共に、このVR映像に対応する音響の出力指示を音響発生部4jに出力する。この結果、VR表示部4gは、操作イベントに応じた新たなVR映像を映像合成部4fに出力し、CRTディスプレイ6に表示させる。また、音響発生部4jは、CRTディスプレイ6に表示されたVR映像に対応する音響をスピーカ7に出力する。

【0058】運転員は、入力装置5を操作することによってウオークスルー映像上でプラントA内を仮想的に移動することができる。所定方向への前進を指示する操作イベントを入力装置5から入力すると、運転員は、ウオークスルー映像上で自らが立脚する位置を変更することができる。例えば、運転員が異常状態にある上記圧縮機の前に到着した場合、音響発生部4jは、当該圧縮機の異常運転音をスピーカ7に出力し、運転員の仮想体験をよりリアルなものとする。

【0059】また、上記ステップS6において、ウオークスルー映像上に表示された機器の操作に係わる操作イベントが入力された場合、この操作イベントは、直接操作部4i及びVR制御部4cを介してメイン制御部4aに入力される。メイン制御部4aは、当該操作イベントを通信部4bを介してインタフェースエージェント1に送信する（機器操作処理：ステップS9）。そして、この操作イベントは、インタフェースエージェント1の通信部1f、推論エンジン1b及びデータ収集部1eを介してプラントAに入力され、当該操作イベントに基づいてウオークスルー映像上に表示された機器の運転が操作される。

【0060】例えば、入力装置5からウオークスルー映像上に表示された上記圧縮機の運転停止を指示する操作イベントが入力されると、この操作イベントに基づいて当該圧縮機の運転が停止される。または、特定機器の計測データを取得したい旨の操作イベントを入力装置5から入力すると、この操作イベントに基づいて当該特定機器の計測データの数値がインタフェースエージェント1を介してバーチャルプラント表示システム4に取り込まれてCRTディスプレイ6に表示される。

【0061】本実施形態によれば、事例ベース推論によるプラントAの運転状態の推論結果及び運転員による音声指示の音声認識結果に基づいて運転支援映像をCRTディスプレイ6に表示させるので、運転員は、音声メッセージに基づく聴覚的なプラントAの運転状態の確認に

加えて、CRTディスプレイ6上に表示される運転支援映像によって視覚的にプラントAの運転状態を確認することかできる。したがって、プラントAの運転状態の確認が容易であり、プラントの運転監視に係わる従来のヒューマンインタフェースに比較して、運転員の負荷を大幅に軽減することが可能である。

【0062】また、運転支援映像がVR映像、ITV映像あるいはメッセージの形態でCRTディスプレイ6上に表示されるので、運転員は、プラントAの運転状態を直感的かつ容易に把握することができる。また、音声認識によって運転員の指示がインタフェースエージェント1に入力されるので、運転員は、自らの意志を容易にインタフェースエージェント1に入力することができる。したがって、これらによっても運転員の負荷を軽減することが可能であると共に、従来程、運転員の熟練を必要としないので、運転員の養成期間の短縮及び養成設備に係わるコストの低減を図ることが可能である。

【0063】なお、上記実施形態は、インタフェースエージェント1に音声認識された運転員の音声指示に基づいてプラントAを直接操作するようには構成されていない。これは、現行のプラントAの運転に対して並列的に操作することを考慮したものである。

【0064】すなわち、本願発明は、プラントAの運転に係わる次世代のヒューマンインタフェース技術を提供するものであり、本願発明を実際のプラントAに適用しようとする場合、運転員が無理なく本願発明を使いこなすためには、一定期間に亘って従来のヒューマンインタフェースとの併存が必要になる。この併存期間において運転員が音声指示入力にある程度慣れた上で、実際のプラントの操作を音声指示することにより、正確性を必要とするプラントの操作を音声指示によって確実に行うことができる。

【0065】なお、本発明は、特定のプラントを対象としたものではなく、複数の各種機器から構成された全てのプラントの運転監視に適用可能なものである。

【0066】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係わるプラント運転監視支援装置によれば、以下のような効果を奏する。

【0067】(1) プラント運転監視支援装置に係わる第1の手段として、プラントの運転状態を示す運転支援映像を映像表示手段に表示してプラントの運転を監視する運転員を支援するプラント運転監視支援装置において、プラントを仮想的に3次元表示するVR（バーチャル・リアリティ）映像内に該VR映像に関連するITVカメラのITV映像を合成した運転支援映像を表示するので、運転員は、このような運転支援映像によってプラントの運転状態を正確かつ容易に判断することが可能であり、よって負荷を大幅に軽減することができる。

【0068】(2) また、例えば運転支援映像をVR映

像のみから構成した場合、運転員は、VR映像に仮想空間内に過度に没入して、現実と仮想空間との区別が付き難い状況に陥ることが懸念される。これに対して、実際のプラントの状況を示すITV映像をVR映像内に合成することにより、仮想的なVR映像に対する運転員の過度の没入感を抑制することができる。

【0069】(3) VR映像の変化に応じてITV映像を切り替えるので、運転員は、VR映像中の自らの各位置においてプラントを構成する各機器の状態を容易かつ正確に把握することができる。

【0070】(4) 運転支援映像の内容を音響報知する音響報知手段を具備するので、運転員は、プラントの運転状態をさらに直感的に把握することができる。

【0071】(5) 現在のプラントの運転状態を過去のプラントの運転事例に基づいて推論するインタフェースエージェントの推論結果に基づいて運転支援映像を表示するので、現在のプラントの運転状態に対して、的確な運転支援映像が表示される。したがって、運転員のプラントの運転監視作業の負荷をさらに軽減することができる。

【0072】(6) インタフェースエージェントによって音声認識された運転員の音声指示に基づいて運転支援映像を切り替えるので、音声指示によって容易に運転支援映像を変更することができる。すなわち、運転員の指示入力が極めて容易かつ直感的であり、操作に熟練を必要としないので、運転員の養成に時間を必要としないと共に運転員の養成に係わるコストを低減することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施形態の全体構成図である。

【図2】 本発明の一実施形態におけるインタフェースエージェントの機能構成を示すブロック図である。

【図3】 本発明の一実施形態の機能構成を示すブロック図である。

【図4】 本発明の一実施形態の動作を示すフローチャートである。

【図5】 本発明の一実施形態における運転支援映像の一例を示す模式図である。

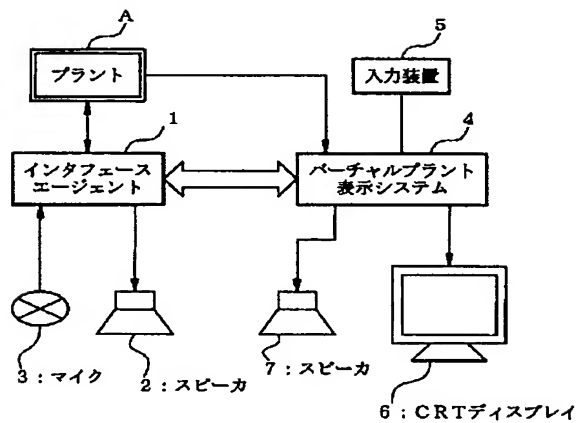
【符号の説明】

- A …… プラント
- 1 …… インタフェースエージェント
- 1 a …… 言語変換システム
- 1 b …… 推論エンジン
- 1 c …… 照合ルール
- 1 d …… 事例メモリ
- 1 e …… データ収集部
- 1 f …… 通信部
- 2 …… スピーカ
- 3 …… マイク
- 4 …… バーチャルプラント表示システム

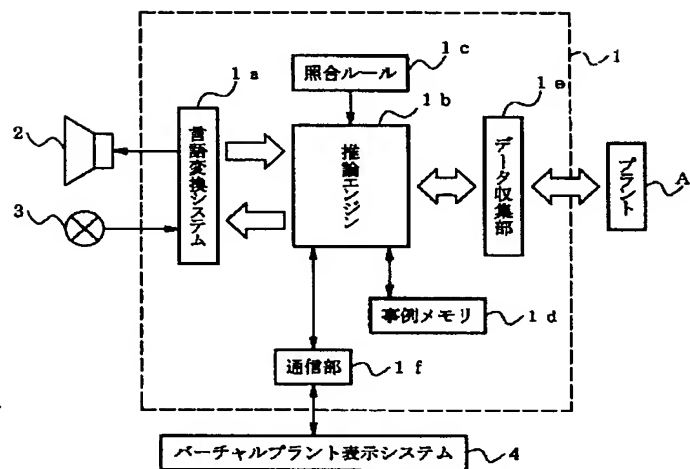
4 a ……メイン制御部
4 b ……通信部
4 c ……VR制御部
4 d ……ITV表示部
4 e ……メッセージ表示部
4 f ……映像合成部
4 g ……VR表示部

4 h ……3次元仮想プラントデータベース
4 i ……直接操作部
4 j ……音響発生部（音響報知手段）
4 k ……ITV合成部
5 ……入力装置
6 ……CRTディスプレイ（映像表示手段）
7 ……スピーカ（音響報知手段）

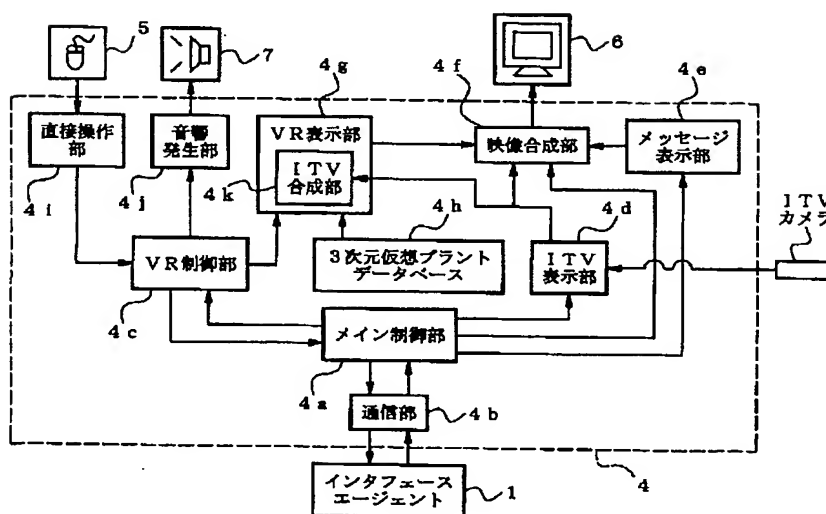
【図1】



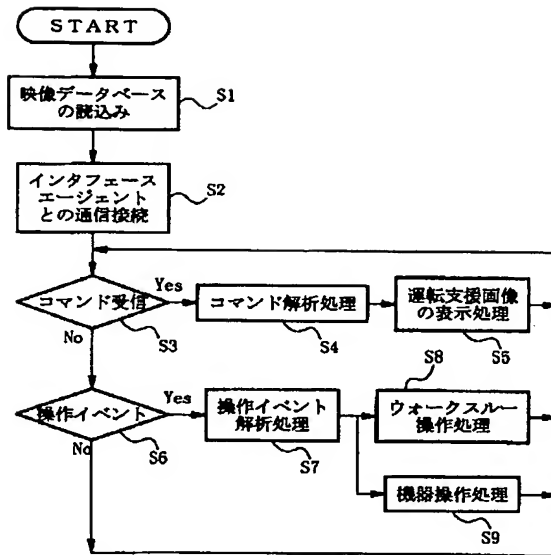
【図2】



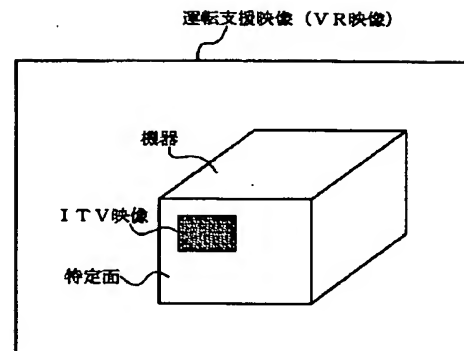
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 松浦 由次
東京都江東区豊洲三丁目1番15号 石川島
播磨重工業株式会社東二テクニカルセンタ
ー内

Fターム(参考) 5B050 AA03 EA19 EA28 FA02 FA10
5E501 AC02 AC16 BA05 CA03 CA08
CB02 CB09 CB14 CB15 DA17
EA21 FA15 FA27 FA32 FA36
FA42 FB34
5H223 AA01 DD09 EE06 FF03 FF06
9A001 HH03 HH17 HH23 LL09

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-259233

(43)Date of publication of application : 22.09.2000

(51)Int.Cl.

G05B 23/02

G06F 3/00

G06F 9/44

G06T 15/70

(21)Application number : 11-065570

(71)Applicant : ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND
CO LTD

(22)Date of filing : 11.03.1999

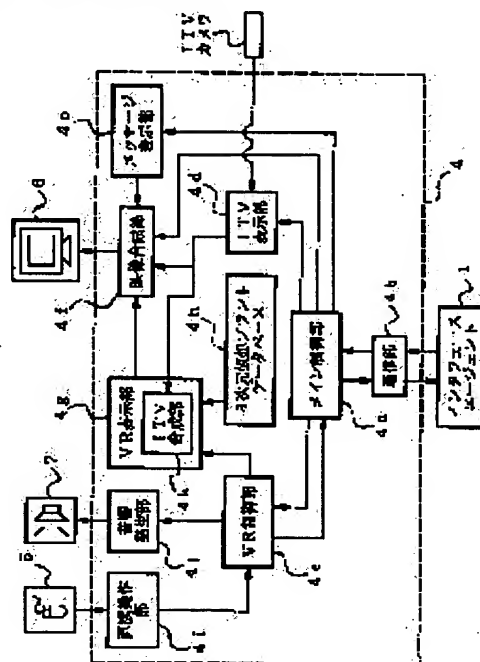
(72)Inventor : ENDO MASATOSHI
MISONO SHOHEI
MATSUURA YOSHIJI

(54) DEVICE FOR MONITORING AND SUPPORTING PLANT OPERATION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To facilitate to educate an operator by displaying operation supporting images obtained by synthesizing ITV images of an ITV camera related to VR (virtual reality) images in a VR image that virtually displays a plant in a three-dimensional manner.

SOLUTION: When a virtual plant display system 4 is started, a main controlling part 4a makes a memory in a VR displaying part 4g read all three-dimensional image data for VR images stored in a three-dimensional virtual plant database 4h. Next, the part 4a makes a communicating part 4b establish communication connection with an interface agent 1. When the agent 1 inputs a command to the part 4b here, the part 4a analyzes the contents of the command. Then, various operation support images are displayed on a CRT display 6 by controlling respective operations of the part 4b, a VR controlling part 4c, an ITV displaying part 4d, a message displaying part 4e and a video synthesizing part 4f as a result of this analytical result, that is, in accordance with the type of the command.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of
rejection][Kind of final disposal of application other than
the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[Claim(s)]

[Claim 1] The plant operation monitor exchange equipment characterized by to display the operation exchange image which compounded the ITV image of the ITV camera relevant to this VR image in the VR (virtual reality) image which is plant operation monitor exchange equipment which supports the operating staff which displays the operation exchange image which shows the operational status of a plant (A) on a graphic-display means (6), and supervises operation of a plant, and displays a plant in three dimensions virtually.

[Claim 2] Plant operation monitor exchange equipment according to claim 1 characterized by changing an ITV image according to change of VR image.

[Claim 3] Plant operation monitor exchange equipment according to claim 1 or 2 characterized by providing the sound information means (4j, 7) which carries out sound information of the contents of the operation exchange image.

[Claim 4] claims 1-3 characterized by displaying an operation exchange image based on the inference result of the interface agent (1) who reasons the operational status of a current plant based on the operation example of the past plant -- plant operation monitor exchange equipment given in either.

[Claim 5] Plant operation monitor exchange equipment according to claim 4 characterized by changing an operation exchange image based on the voice directions of an operating staff by which speech recognition was carried out by the interface agent.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the plant operation monitor exchange equipment which grasps the operational status of a plant and supports the monitor business of an operating staff.

[0002]

[Description of the Prior Art] The conventional human interface concerning the operation monitor of a plant is as follows. That is, the actuation input of an operating staff is performed by operating a touch panel, a mouse, etc. on a display, and presentation of the operational status information on a plant to an operating staff is performed by displaying various process values on a CRT display as a numeric value or graphics.

[0003] For example, the operating staff is shown operational status information by displaying on a CRT display by using as a 2D-Graphics screen the connection network of the various devices which constitute a plant, and carrying out the digital readout of the process value of each device on this 2D-Graphics screen. In the former, a majority of such 2D-Graphics screens are prepared for every application, and an operating staff grasps the operational status of a plant by choosing a 2D-Graphics screen oneself.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Since the operational status of a plant is displayed two-dimensional on a CRT display with such a conventional technique, an operating staff is difficult to grasp the operational status of a plant intuitively. Moreover, in order to have to grasp the operational status of each device by choosing a 2D-Graphics screen about the device of a large number which constitute a plant, the actuation for grasping the operational status of a plant is complicated. If the scale of a plant is enlarged, since the number of devices which constitutes it will also increase, in a large-scale plant, especially the load of an operating staff will become big.

[0005] Moreover, since it is necessary to judge the operational status of a plant based on the digital readout of the various process values on a CRT display, or a 2D-Graphics display, the experience about the operation monitor of the knowledge and plant to the configuration and process of a plant is required. Moreover, since it is necessary to acquire operating instructions about many devices in order to carry out operation of the plant, skill is required. Therefore, in the former, a facility (plant training simulator) and educational curriculum of the speciality for training an operating staff needed to be prepared.

[0006] In addition, these people have proposed the interface agent adapting the case-based-reasoning technique based on the AI technique to the existing human interface concerning the operation monitor of such a conventional plant in Japanese Patent Application No. No. 202002 [nine to], Japanese Patent Application No. No. 231581 [nine to], or Japanese Patent Application No. No. 263609 [ten to]. By using the technique of case based reasoning, this "interface agent detects the operation example of the past similar to the operational status of a current plant, makes an analogy judgment of the operational status of a current plant based on the operation example of this past, and provides an operating staff with the voice-told message for plant operation exchange.

[0007] This invention was made in view of the trouble mentioned above, and aims at the following points.

- (1) Reduce the load of an operating staff further.
- (2) Make cultivation of an operating staff easy.

[0008]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, in this invention, as the 1st means concerning plant operation monitor exchange equipment In the plant operation monitor exchange equipment which supports the operating staff which displays the operation exchange image which shows the operational status of a plant on a graphic display means, and supervises operation of a plant A means to display the operation exchange image which compounded the ITV image of the ITV camera relevant to this VR image in VR (virtual

THIS PAGE BLANK (USPTO)

reality) image which displays a plant in three dimensions virtually is adopted.

[0009] Moreover, in the 1st means of the above, a means to change an ITV image according to change of VR image is adopted as the 2nd means concerning plant operation monitor exchange equipment.

[0010] A means to provide the sound information means which carries out sound information of the contents of the operation exchange image in the 1st or 2nd means of the above as the 3rd means concerning plant operation monitor exchange equipment is adopted.

[0011] A means to display an operation exchange image in the above 1st - the 3rd one of means as the 4th means concerning plant operation monitor exchange equipment based on the inference result of the interface agent who reasons the operational status of a current plant based on the operation example of the past plant is adopted.

[0012] A means to change an operation exchange image in the 4th means of the above as the 5th means concerning plant operation monitor exchange equipment based on the voice directions of an operating staff in which speech recognition was done by the interface agent is adopted.

[0013]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, 1 operation gestalt of the plant operation monitor exchange equipment concerning this invention is explained. In addition, this operation gestalt makes the interface agent who mentioned above link, and is constituted.

[0014] Drawing 1 is the whole plant operation monitor exchange equipment block diagram in this operation gestalt. For a loudspeaker and 3, as for a virtual plant display system (plant operation monitor exchange equipment) and 5, in this drawing, a microphone and 4 are [an interface agent, and 2 and 7 / the plant whose sign A is a candidate for a monitor, and 1 / input devices (for example, a mouse, a keyboard, etc.) and 6] CRT displays (graphic display means).

[0015] The interface agent 1 reasons the operational status of Plant A by case based reasoning based on the various data (plant data) in which it is acquired from Plant A and the operational status of Plant A is shown, and outputs various kinds of voice-told messages which support an operating staff to a loudspeaker 2 according to this inference result while he does speech recognition of the voice directions inputted from the operating staff of Plant A through the microphone 3 and outputs to the virtual plant display system 4.

[0016] As a result of case based reasoning by the above-mentioned interface agent 1, the virtual plant display system 4 compounds the image (ITV image) of the ITV camera (industrial use surveillance camera) with which Plant A was equipped, and the various images (operation exchange image) which support an operating staff based on the operator guidance of the above-mentioned input unit 5, and outputs them to CRT display 6.

[0017] This virtual plant display system 4 compounds various kinds of operation exchange images by combining VR (virtual reality) image generated based on the result of case based

THIS PAGE BLANK (USPTO)

reasoning by the interface agent 1, an alphabetic character message, and the ITV image acquired from Plant A. Moreover, in order that the virtual plant display system 4 may raise the reality of VR image more, it generates the sound relevant to VR image, and outputs it to a loudspeaker 7. In addition, an input unit 5 is for inputting the specific operator guidance to the operator guidance and Plant A of VR image.

[0018] Drawing 2 is the block diagram showing the above-mentioned interface agent's 1 functional configuration. As it ** to this drawing, the interface agent 1 consists of language translation system 1a, inference-engine 1b, collating Ruhr 1c, and case memory 1d and data collection section 1e, 1f of the communications departments etc., etc.

[0019] Language translation system 1a synthesizes voice from the voice data inputted from this inference-engine 1b to the voice-told message which can recognize an operating staff, and outputs it to a loudspeaker 2 while changing it into the voice data [a computer] which can be read and outputting it to inference-engine 1b by carrying out speech recognition of the voice directions inputted into the microphone 3 by the operating staff.

[0020] When it furthermore explains in full detail, this language translation system 1a The keyword spotting speech recognition which extracts and recognizes a specific keyword from the voice directions which the operating staff emitted, And by memorizing the voice directions of an operating staff inputted in the past as voice case data (past voice case data), and carrying out comparison inference with the voice directions (current voice case data) into which this past voice case data was inputted now Speech recognition which combined the case-based-reasoning speech recognition which recognizes voice directions is performed.

[0021] Data collection section 1e collects the operator guidance (operator guidance data) to the measurement data of the various devices which constitute Plant A for every predetermined sampling time, and the plant A of an operating staff from Plant A, and outputs it to inference-engine 1b by making these into plant data. This plant data is information which consists of measurement data in a sampling time, and operator guidance data at that time, and shows the operational status of the plant A in a sampling time.

[0022] Inference-engine 1b reasons and judges the current operational status of a plant by searching the operation case data (past operation case data) of the past similar to the above-mentioned current operation case data based on collating Ruhr 1c from case memory 1d while making case memory 1d carry out the sequential storage of the above-mentioned plant data as operation case data (current operation case data) in which current operational status is shown.

[0023] Case memory 1d, sequential are recording of the current operation case data by which a sequential input is carried out from above-mentioned inference-engine 1b is carried out as past operation case data (it becomes the past data with the passage of time). Collating Ruhr 1c

THIS PAGE BLANK (USPTO)

specifies the collating procedure of the current operation case data and past operation case data based on the technique of case based reasoning, i.e., the retrieval procedure of past operation case data similar to current operation case data.

[0024] The above-mentioned inference-engine 1b judges the current operational status of Plant A by case based reasoning based on this collating Ruhr 1c. In addition, the detail of the generation method of the current operation case data based on inference-engine 1b and the detail of retrieval of past operation case data are indicated by each application mentioned above.

[0025] 1f of communications departments mediates the communication link with inference-engine 1b and the above-mentioned virtual plant display system 4, and they output the inference result of inference-engine 1b, and the speech recognition result of language translation system 1a to the virtual plant display system 4 as a command.

[0026] Moreover, it consists of these operation gestalten so that the specific operator guidance to Plant A can be inputted from the virtual plant display system 4 through the interface agent 1. 1f of communications departments will output to inference-engine 1b, if this operator guidance is received from the virtual plant display system 4. And this operator guidance is inputted into Plant A through inference-engine 1b and data collection section 1e.

[0027] Then, drawing 3 is the block diagram showing the functional configuration of the above-mentioned virtual plant display system 4. As shown in this drawing, the virtual plant display system 4 consists of Maine control-section 4a, communications department 4b, VR control-section 4c, 4d [of ITV displays], message indicator section 4e, 4f [of image composition sections], 4g [of VR displays], and three-dimension virtual plant database 4h, and direct-control section 4i, sound production section 4j, ITV composition section 4k, etc. In addition, sound production section 4j constitutes a sound information means with the above-mentioned loudspeaker 7.

[0028] Maine control-section 4a controls each actuation of communications department 4b, VR control-section 4c, 4d of ITV displays, message indicator section 4e, and 4f of image composition sections in generalization based on the operator guidance inputted from an input unit 5 through various command and direct-control section 4i inputted by the interface agent 1 through communications department 4b.

[0029] If communications department 4b mediates the communication link with the interface agent 1 under control by Maine control-section 4a and the various above-mentioned commands are received from the interface agent 1, it will be outputted to Maine control-section 4a, and if the operator guidance of an input device 5 is inputted from Maine control-section 4a, it will be outputted to the interface agent 1.

[0030] Direct-control section 4i receives the operator guidance of the above-mentioned input unit 5, and outputs it to VR control-section 4c. VR control-section 4c controls generation of VR

THIS PAGE BLANK (USPTO)

image by 4g of VR displays. This VR control-section 4c outputs modification directions of VR image which should be displayed on CRT display 6 based on the operator guidance of the input device 5 inputted from control information and direct-control section 4i inputted from above-mentioned Maine control-section 4a to 4g of VR displays.

[0031] Moreover, VR control-section 4c also controls the output of the sound (sound relevant to VR image) to the loudspeaker 7 by sound production section 4j. Sound production section 4j outputs the voice-told message which tells an operating staff about the operation sound or VR image of a device displayed for example, into VR image having changed as a sound relevant to VR image to a loudspeaker 7.

[0032] To the bottom of control by Maine control-section 4a, 4d of ITV displays chooses from the image of two or more ITV cameras any they are, and they output ** at 4f of image composition sections, and ITV composition section 4k. The key point of Plant A is equipped with two or more ITV cameras, and they are always photoing the operating state of the various devices which constitute Plant A. Message indicator section 4e changes into image information the message information (for example, text data) inputted from Maine control-section 4a, and outputs it to 4f of image composition sections.

[0033] Three-dimension virtual plant database 4h is a database which accumulates the various three-dimension image data for VR images which shows the configuration of the configuration equipment of Plant A. VR image in this operation gestalt is a walk-through image which displays in three dimensions the condition of moving while an operating staff checks the condition of the various devices in Plant A, as a virtual space.

[0034] A three-dimension image changes according to location change of an operating staff [in / in such a walk-through image / the virtual space of Plant A]. Therefore, a walk-through image is a three-dimension image which changes continuously according to the location and view of an operating staff on a three-dimension virtual space. The three-dimension image data about the configuration of the configuration equipment of the plant A required for generation of such a walk-through image is accumulated in three-dimension virtual plant database 4h.

[0035] 4g of VR displays reads three-dimension image data from three-dimension virtual plant database 4h, they generate VR image based on the modification directions of VR image inputted from VR control-section 4c, and output it to 4f of image composition sections. Moreover, 4g of VR displays equips the interior with ITV fusion zone 4k. This ITV fusion zone of 4g carries out texture mapping (dynamic texture mapping) of the above-mentioned ITV image for every frame to a part of VR image, and outputs it to 4f of image composition sections.

[0036] This virtual plant display system 4 is constituted so that various VR images which display the operational status of the various devices which constitute the plant A other than the above-mentioned walk-through image according to an individual may be alternatively displayed

THIS PAGE BLANK (USPTO)

on CRT display 6. 4g of VR displays generates VR images various [these] based on the three-dimension image data accumulated in three-dimension virtual plant database 4h.

[0037] Under control by the above-mentioned Maine control-section 4a, 4f of image composition sections compounds the various images inputted from 4d of ITV displays, message indicator section 4e, and 4g of VR displays, and they output them to CRT display 6.

[0038] Next, actuation of the plant operation monitor exchange equipment constituted in this way is explained in detail. In addition, about actuation of the interface agent 1, since the detail is indicated by each application mentioned above, below, an outline is explained.

[0039] First, to the plant A by which continuous running is usually carried out, the interface agent's 1 data collection section 1e acquires plant data for every sampling time of predetermined spacing, and outputs them to inference-engine 1b. After mapping inference-engine 1b from data collection section 1e in this way in the metric space which shows similarity with the past operation case data which already stored the plant data inputted periodically in case memory 1d, it carries out a sequential output as current operation case data at case memory 1d. Consequently, according to operation progress of Plant A, sequential are recording of the current operation case data will be carried out at case memory 1d as past operation case data in which the operational status of the past plant A is shown.

[0040] Inference-engine 1b searches whether past operation case data similar to current operation case data exist by searching case memory 1d based on collating Ruhr 1c with are recording of case memory 1d [such] current operation case data. For example, a mutual distance of current operation case data and each past operation case data is computed, respectively about all the combination of 1 covering the past fixed time amount width of face or two or more past operation case data, and current operation case data, and it is detected as similar operation case data with which past operation case data with the smallest distance were most similar to current operation case data.

[0041] Thus, if similar operation case data are detected, inference-engine 1b will reason the current operational status of Plant A based on the similar operation case data concerned, and will generate the message data in which the operational status of Plant A is shown based on the inference result. For example, since current operation case data will show the abnormal condition of Plant A when it is a thing at the time of the abnormalities of a certain device by which similar operation case data constitute Plant A in the past, inference-engine 1b generates the message data which tells an operating staff about this purport.

[0042] Language translation system 1a synthesizes voice from a voice-told message based on this message data, and outputs it to a loudspeaker 2. Consequently, by the voice-told message, an operating staff can recognize that the operational status of Plant A is in an abnormal condition, and can take required measures.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[0043] On the other hand, the inference result of the operational status of the plant A by the above-mentioned inference-engine 1b and the recognition result of voice directions of the operating staff in language translation system 1a are transmitted to the virtual plant display system 4 from the interface agent 1 as a command to the virtual plant display system 4. If inference-engine 1b makes the above-mentioned command transmit to the virtual plant display system 4 through 1f of communications departments, this command will be inputted into Maine control-section 4a through communications department 4b of the virtual plant display system 4.

[0044] Then, detail actuation of the above-mentioned virtual plant display system 4 is explained with reference to the flow chart shown in drawing 4.

[0045] First, when the virtual plant display system 4 starts, Maine control-section 4a makes all the three-dimension image data for VR images accumulated in three-dimension virtual plant database 4h read into the memory in 4g of VR displays (step S1). It is possible to accelerate generation of VR image by 4g of VR displays by this, and VR image which answers promptly to modification directions of VR image by the operating staff can be realized.

[0046] When reading in the memory of such a three-dimension image for VR images is completed, Maine control-section 4a makes communications department 4b establish communication link connection with the interface agent 1 (step S2). Communications department 4b establishes communication link connection among 1f of the interface agent's 1 communications departments according to directions of Maine control-section 4a. After this, it will be in a standby condition until the above-mentioned command is inputted by the interface agent 1 through communications department 4b or Maine control-section 4a, i.e., this virtual plant display system, has the input of an actuation event from an input device 5.

[0047] Here, if a command is inputted into communications department 4b from the interface agent 1 (step S3), Maine control-section 4a will analyze the contents of this command (step S4). And various operation exchange images are displayed on CRT display 6 by controlling each actuation of above-mentioned communications department 4b, VR control-section 4c, 4d of ITV displays, message indicator section 4e, and 4f of image composition sections according to the class of this analysis result, i.e., command, (step S5).

[0048] For example, when a command is what shows the abnormalities of a specific device based on the inference result of inference-engine 1b, Maine control-section 4a outputs the text data which tells the abnormalities of the device concerned to message indicator section 4e in step S5. Consequently, message indicator section 4e generates an alphabetic character message image based on text data, and is made to display it on CRT display 6 through 4f of image composition sections. At this time, 4f of image composition sections is based on the tab-control-specification information inputted from Maine control-section 4a, and they set up the location of the display message on CRT display 6.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[0049] Moreover, like the above, when a command is what shows the abnormalities of a specific device, Maine control-section 4a outputs the directions which indicate the ITV image of the abnormality device concerned by selection to 4d of ITV displays. Consequently, 4d of ITV displays displays the ITV image of the abnormality device concerned on CRT display 6 through 4f of image composition sections.

[0050] Furthermore, Maine control-section 4a directs the generation output of VR image of the abnormality device concerned to 4g of VR displays through VR control-section 4c. Consequently, 4g of VR displays generates VR image of the abnormality device concerned based on the three-dimension image data previously read from three-dimension virtual plant database 4h, and they are made to display it on CRT display 6 through 4f of image composition sections. VR image of this abnormality device is a VR image which carried out three-dimension simulation of the abnormal condition of the abnormality device concerned.

[0051] Here, in case 4g of VR displays of this operation gestalt displays VR image on CRT display 6, they compound the ITV image of the abnormality device concerned inputted from 4d of ITV displays using ITV composition section 4k in VR image. That is, ITV composition section 4k compounds an ITV image in VR image by carrying out texture mapping (dynamic texture mapping) of the ITV image to the specific field within VR image which is a 3D scenography for every frame.

[0052] When an abnormality device is a "compressor", the ITV image which shows the actual situation of the compressor concerned of operation is more specifically displayed on the specific field of the compressor virtually displayed in three dimensions on VR image. Since dynamic texture mapping of the ITV image of this compressor is carried out to the side face of a compressor per frame, it serves as an animation which changes per frame like the usual ITV image.

[0053] Drawing 5 is the mimetic diagram showing an operation exchange image with such a VR image. As shown in this drawing, the animation of an ITV image is displayed on the specific field of the device displayed in three dimensions by dynamic texture mapping in VR image. Here, although an operating staff can change the location and view over a device by operating an input unit 5, since dynamic texture mapping of the ITV image is carried out on a specific field, when an operating staff uses a specific field as a transverse plane and confronts each other (right pair), an ITV image can be checked by looking the best.

[0054] Thus, while being able to control too much feeling of devotion of the operating staff to imagination VR image by carrying out dynamic texture mapping of the ITV image which shows the actual situation of a compressor of operation, and displaying it in VR image of an imagination compressor, the operational status of Plant A can be grasped more easily and correctly.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[0055] In addition, when the above-mentioned commands are the modification directions of an operation exchange image in which speech recognition was carried out by language translation system 1a, Maine control-section 4a displays the operation exchange image according to modification directions on CRT display 6 in step S5. For example, if the command of the purport which wants to check the condition of a specific device is inputted, Maine control-section 4a will output the directions which indicate the ITV image of the device concerned by selection to 4d of ITV displays, and will display the ITV image of the device concerned on CRT display 6. Moreover, Maine control-section 4a displays VR image of the device concerned on CRT display 6 by controlling 4g of VR displays through VR control-section 4c.

[0056] On the other hand, in step S6, if the actuation event concerning modification directions of VR image is inputted into direct-control section 4i from an input device 5, this actuation event will be inputted into Maine control-section 4a through VR control-section 4c from direct-control section 4i. Maine control-section 4a analyzes this actuation event (step S7), and directs the display of VR image according to the class of that analysis result, i.e., actuation event, to VR control-section 4c (step S8).

[0057] VR control-section 4c outputs output directions of the sound corresponding to this VR image to sound production section 4j while making 4g of VR displays generate VR image according to directions of Maine control-section 4a. Consequently, 4g of VR displays outputs new VR image according to an actuation event to 4f of image composition sections, and they are made to display it on CRT display 6. Moreover, sound production section 4j outputs the sound corresponding to VR image displayed on CRT display 6 to a loudspeaker 7.

[0058] An operating staff can move virtually on a walk-through image by operating an input unit 5 in the inside of Plant A. If the actuation event which directs the advance to the predetermined direction is inputted from an input unit 5, an operating staff can change the location on which oneself is based on a walk-through image. For example, when an operating staff arrives in front of the above-mentioned compressor in an abnormal condition, sound production section 4j outputs the abnormality operation sound of the compressor concerned to a loudspeaker 7, and makes virtual experience of an operating staff more real.

[0059] Moreover, in the above-mentioned step S6, when the actuation event concerning actuation of the device displayed on the walk-through image is inputted, this actuation event is inputted into Maine control-section 4a through direct-control section 4i and VR control-section 4c. Maine control-section 4a transmits the actuation event concerned to the interface agent 1 through communications department 4b (device actuation processing: step S9). And this actuation event is inputted into Plant A through 1f of the interface agent's 1 communications departments, inference-engine 1b, and data collection section 1e, and operation of the device

THIS PAGE BLANK (USPTO)

displayed on the walk-through image based on the actuation event concerned is operated.

[0060] For example, an input of the actuation event which directs the shutdown of the above-mentioned compressor displayed on the walk-through image from the input unit 5 suspends operation of the compressor concerned based on this actuation event. Or if the actuation event of a purport which wants to acquire the measurement data of a specific device is inputted from an input device 5, based on this actuation event, the numeric value of the measurement data of the specific device concerned will be incorporated by the virtual plant display system 4 through the interface agent 1, and will be displayed on CRT display 6.

[0061] Since an operation exchange image is displayed on CRT display 6 based on the inference result of the operational status of the plant A by case based reasoning, and the speech recognition result of the voice directions by the operating staff according to this operation gestalt, an operating staff is made [checking the operational status of Plant A visually with the operation exchange image displayed on CRT display 6 in addition to the check of the operational status of the acoustic-sense-plant A based on a voice-told message, or]. Therefore, the check of the operational status of Plant A is easy, and it is possible to mitigate the load of an operating staff sharply as compared with the conventional human interface concerning the operation monitor of a plant.

[0062] Moreover, since an operation exchange image is displayed on CRT display 6 with VR image, an ITV image, or the gestalt of a message, an operating staff can grasp the operational status of Plant A intuitively and easily. Moreover, since directions of an operating staff are inputted into the interface agent 1 by speech recognition, an operating staff can input its volition into the interface agent 1 easily. Therefore, since skill of an operating staff is not conventionally needed while it is possible to mitigate the load of an operating staff also by these, it is possible to aim at reduction of the cost concerning compaction and a cultivation facility of an operating staff of a cultivation period.

[0063] in addition, the above-mentioned operation gestalt carries out the direct control of the plant A based on the voice directions of an operating staff by which speech recognition was carried out to the interface agent 1 -- as -- it is not constituted. This takes into consideration operating it in juxtaposition to operation of the present plant A.

[0064] That is, when the invention in this application tends to offer the human interface technique of the next generation concerning operation of Plant A and it is going to apply the invention in this application to the actual plant A, in order for an operating staff to master the invention in this application reasonable, coexistence with the conventional human interface is needed for a fixed period. Voice directions can perform actuation of the plant which needs accuracy by carrying out the voice directions of the actuation of an actual plant, after an operating staff gets used to a voice directions input to some extent in this coexistence period.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[0065] In addition, this invention is applicable to the operation monitor of all the plants that are not the things for a specific plant and consisted of two or more various devices.

[0066]

[Effect of the Invention] According to the plant operation monitor exchange equipment concerning this invention, the following effectiveness is done so as explained above.

[0067] (1) In the plant operation monitor exchange equipment which supports the operating staff which displays the operation exchange image which shows the operational status of a plant on a graphic display means as the 1st means concerning plant operation monitor exchange equipment, and supervises operation of a plant Since the operation exchange image which compounded the ITV image of the ITV camera relevant to this VR image is displayed in VR (virtual reality) image which displays a plant in three dimensions virtually, an operating staff With such an operation exchange image, it is possible to judge the operational status of a plant correctly and easily, and, therefore, a load can be mitigated sharply.

[0068] (2) Moreover, when an operation exchange image is constituted only from a VR image, for example, we are anxious about lapsing into the situation which an operating staff is absorbed too much in a virtual space at VR image, and distinction with reality and a virtual space cannot attach easily. On the other hand, too much feeling of devotion of the operating staff to imagination VR image can be controlled by compounding the ITV image which shows the situation of an actual plant in VR image.

[0069] (3) Since an ITV image is changed according to change of VR image, an operating staff can grasp easily and correctly the condition of each device which constitutes a plant in each location of oneself in VR image.

[0070] (4) Since the sound information means which carries out sound information of the contents of the operation exchange image is provided, an operating staff can grasp the operational status of a plant still more nearly intuitively.

[0071] (5) Since an operation exchange image is displayed based on the inference result of the interface agent who reasons the operational status of a current plant based on the operation example of the past plant, an exact operation exchange image is displayed to the operational status of a current plant. Therefore, the load of the operation monitor activity operation people's plant is further mitigable.

[0072] (6) Since an operation exchange image is changed based on the voice directions of an operating staff by which speech recognition was carried out by the interface agent, an operation exchange image can be easily changed with voice directions. That is, since skill is not needed for actuation, while not needing time amount for cultivation of an operating staff, it is possible [the directions input of an operating staff is very easy and intuitive, and] to reduce the cost concerning cultivation of an operating staff.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the whole 1 operation gestalt block diagram of this invention.

[Drawing 2] It is the block diagram showing an interface agent's functional configuration in 1 operation gestalt of this invention.

[Drawing 3] It is the block diagram showing the functional configuration of 1 operation gestalt of this invention.

[Drawing 4] It is the flow chart which shows actuation of 1 operation gestalt of this invention.

[Drawing 5] It is the mimetic diagram showing an example of the operation exchange image in 1 operation gestalt of this invention.

[Description of Notations]

A Plant

1 Interface agent

1a Language conversion system

1b Inference engine

1c Collating Ruhr

1d Case memory

1e Data collection section

1f Communications department

2 Loudspeaker

3 Microphone

4 Virtual plant display system

4a Main control section

4b Communications department

4 c....VR control section

4 d....ITV display

4e Message indicator section

4f Image composition section

4 g....VR display

4h Three-dimension virtual plant database

4i Direct-control section

4j Sound production section (sound information means)

4 k....ITV composition section

5 Input unit

6 CRT display (graphic display means)

7 Loudspeaker (sound information means)

THIS PAGE BLANK (USPTO)